



I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By: Markus NOLFF Date: October 3, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/623,846
Applicant : Bernhard Engl
Filed : July 21, 2003

Docket No. : J&R-1053
Customer No. : 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents,
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 101 02 443.6, filed January 19, 2001.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

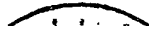
Markus NOLFF
For Applicant

MARKUS NOLFF
REG. NO. 37,006

Date: October 3, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/av



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 02 443.6
Anmeldetag: 19. Januar 2001
Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
München/DE
Bezeichnung: Stromquellenschaltung
IPC: H 03 F 3/45

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Beschreibung

Stromquellenschaltung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1, d.h. eine Stromquellenschaltung.

Stromquellenschaltungen kommen beispielsweise, aber
10 bekanntlich bei weitem nicht ausschließlich in Differenzverstärkern, genauer gesagt als Fußstromquelle eines Differentialpaares von Transistoren zum Einsatz.

Die Figuren 1A, 1B, und 1C zeigen verschiedene Ausführungsformen einer solchen Anordnung.
15

In den gezeigten Schaltungen besteht das erwähnte Differentialpaar jeweils aus Transistoren T11, T12, und die Fußstromquelle aus einem Transistor T2.
20

Die Fußstromquelle liefert einen auch als Tailstrom bezeichneten Fußstrom IT an den gemeinsamen Sourceknoten des Differentialpaares. Die Größe dieses Stromes (die Größe einer den Transistor T2 steuernden Spannung VB2) wird gewöhnlich über
25 einen als Diode geschalteten Transistor T2D und eine Stromquelle IQ erzeugt.

Die drainseitige Beschaltung des Differentialpaares kann beispielsweise aus Lastwiderständen R1, R2 (Figur 1A), einer
30 sogenannte Folded Cascode (Figur 1B) oder einer beliebigen anderen Schaltung (Figur 1C) bestehen.

Ein wesentlicher Nachteil von Anordnungen dieser Art ist die Abhängigkeit des Tailstroms IT von der Gleichtaktaussteuerung
35 des Differentialpaares an dessen Eingängen E+ (Gateanschluß des Transistors T11), und E- (Gateanschluß des Transistors T12). Schuld hieran ist der endliche Ausgangsleitwert des

Transistors T2, der vor allem bei zeitgemäßen CMOS-Prozessen mit 0.12 μm Kanallänge sehr groß sein kann, so daß sich starke Schwankungen von I_T ergeben.

- 5 Die sich am gemeinsamen Sourceknoten einstellenden Verhältnisse, genauer gesagt das sich dort einstellende Potential V_s , werden auch von der Drainseite der Transistoren T11 und T12 her beeinflusst, und zwar durch endliche Ausgangsleitwerte von T11, T12, oder durch typische Kurzkanaleffekte wie DIBL.
10 Diese Einflüsse können durch bekannte Maßnahmen wie drainseitige Kaskoden (siehe beispielsweise Figur 1B) behoben werden.

- Prinzipiell könnte auch die Fußstromquelle T2 kaskodiert werden (siehe Figur 1C; Kaskodetransistor T4), doch schränkt
15 eine solche Maßnahme den Gleichtaktaussteuerungsbereich an $E+$, $E-$ ein, da eine weitere Drain-Source-Stättigungsspannung (die Drain-Source-Stättigungsspannung von T4) untergebracht werden muß, und dies ist gerade bei geringen Versorgungsspannungen von typischerweise 1.2 V oder weniger oftmals nicht
20 mehr machbar.

- Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu finden, durch welche durch die Gleichtaktaussteuerung bedingte Fehler der Fußstromquelle von Differentialpaaren oder sonstigen elektrischen Schaltungen ohne
25 ohne Beschränkung der Einsatzmöglichkeiten minimiert werden können.

- Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in Patentanspruch 1 beanspruchte Stromquellenschaltung gelöst.
30

- Die erfindungsgemäße Stromquellenschaltung zeichnet sich dadurch aus,
- daß die Stromquellenschaltung eine Steuervorrichtung (T2',
35 T11', T12', T6, IQ1, IQ2) enthält, welche eine die Größe des von der Stromquellenschaltung abgegebenen Stromes be-

stimmende Komponente (T2) der Stromquellenschaltung steuert, und

- daß die Steuerung abhängig von den Verhältnissen erfolgt, die in der von der Stromquellenschaltung mit Strom versorgten Einheit herrschen.

Dadurch kann auf sehr einfache Weise sichergestellt werden, daß der von der Stromquellenschaltung abgegebene Strom unter allen Umständen wunschgemäß groß ist.

10

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, der folgenden Beschreibung, und den Figuren entnehmbar.

15

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert. Es zeigen

20

Figuren 1a, 1b, und 1c verschiedene bekannte Ausführungsformen einer ein Differentialpaar und eine Fußstromquelle für das Differentialpaar enthaltenden Anordnung,

25

Figur 2a den Aufbau einer ein Differentialpaar und eine im folgenden näher beschriebene Stromquellenschaltung enthaltenden Anordnung,

30

Figur 2b den Aufbau der in der Figur 2a gezeigten Anordnung für den Fall, daß anstelle des Differentialpaares eine andere Schaltung vorgesehen ist,

Figuren 3 bis 6 den Aufbau einiger möglicher Abwandlungen der in der Figur 2a gezeigten Anordnung, und

35

Figur 7 eine Darstellung der Ströme, die von herkömmlichen Stromquellenschaltungen und einer der im folgenden

näher beschriebenen Stromquellenschaltungen, unter verschiedenen Bedingungen ausgegeben werden.

Es wird zunächst unter Bezugnahme auf Figur 2a die Grundidee
5 der hier vorgeschlagenen Stromquellenschaltung beschrieben,
und im Anschluß daran einige der möglichen Abwandlungen.

Die in der Figur 2a gezeigte Anordnung enthält eine mit Strom
zu versorgende Schaltung und eine diese Schaltung mit Strom
10 versorgende Stromquellenschaltung, wobei die Stromquellen-
schaltung aus einer die Größe des abgegebenen Stromes bestimm-
menden Komponente und einer diese Komponente steuernden Steu-
ereinrichtung besteht.

15 Die mit Strom zu versorgende Schaltung ist bei dem in Figur
2a gezeigten Beispiel ein aus Transistoren T11 und T12 beste-
hendes Differentialpaar mit einer beliebigen drainseitigen
Beschaltung, kann aber, wie später noch anhand von Beispielen
erläutert wird, auch eine beliebige andere Schaltung sein.

20

Die die Größe des abgegebenen Stromes bestimmende Komponente
der Stromquellenschaltung ist vorliegend ein drainseitig mit
dem gemeinsamen Sourceknoten der Transistoren T11 und T12,
und sourceseitig mit einer Versorgungsspannung VSS verbun-
25 dener Transistor T2; dieser Transistor wird im folgenden
teilweise auch als Fußstromquellentransistor T2 bezeichnet.

Die diesen Transistor T2 steuernde Steuervorrichtung ist ein
in den Figuren mit FKS bezeichneter Regelkreis, der bei dem
30 in in Figur 2a gezeigten Beispiel eine erste Stromquelle IQ1,
eine zweite Stromquelle IQ2, und Transistoren T6, T2', und
T11' umfaßt.

Der Transistor T2' ist ein Replicatransistor, auf welchen das
35 gemeinsame Sourcepotential Vs des Differentialpaares, das
gleichzeitig das Drainpotential des Fußstromquellentransis-
tors T2 ist, auf einen Replicatransistor T2' abgebildet wird.

Dies geschieht über den mit $T2'$ in Serie geschalteten Transistor $T11'$ (oder mehrere mit $T2'$ in Serie geschaltete Transistoren). Das Gate des Transistors $T11'$ wird so angesteuert, daß die Drainpotentiale V_s von $T2$ und $V_{s'}$ von $T2'$ weitgehend
5 gleich sind. Der drainseitige Ausgangsstrom der Serienschaltung aus $T2'$ und $T11'$ entspricht damit weitgehend dem Tailstrom I_T des Differentialpaars, ist also ein Replikat desselben, gegebenenfalls mit einem konstanten Faktor skaliert, der sich aus der Skalierung der Transistorweiten ergibt. Im betrachteten Beispiel beträgt der replizierte Strom beispielsweise $I_T/2$, wenn die Weite von $T11$ genauso groß ist wie die Weite von $T11'$, aber $T2$ doppelt so groß ist wie $T2'$, bei gleicher Länge der Transistoren. Dieses Verhältnis 1:2 kann durch Variation der Transistorgeometrien geändert werden,
10 wichtig für die bestmögliche Replikation des Potentials V_s an $V_{s'}$ sind lediglich jeweils gleiche Stromdichten in den Transistorpaaren $T2$, $T2'$ bzw. $T11$, $T11'$.

Die bereits erwähnte erste Stromquelle I_{Q1} liefert an den Regelkreis einen Strom, der der Summe des - möglicherweise mit einem Faktor skalierten - Sollwertes I_S des Fußstroms, hier beispielhaft als $I_S/2$ gewählt, und dem Arbeitsstrom I_B des Regelkreises entspricht. Über die zweite Stromquelle I_{Q2} wird dem Regelkreis sein Arbeitsstrom I_B wieder entzogen. Das Gatepotential V_{B2} am gemeinsamen Gateanschluß von $T2$ und $T2'$
25 steigt, wenn der replizierte Strom $I_T/2$ kleiner ist als der Sollstrom $I_S/2$, und sinkt, wenn er größer ist. Durch dieses Regelgesetz wird das Gatepotential V_{B2} so geregelt, daß der Tailstrom I_T dem Sollstrom I_S entspricht. Die Schaltungstopologie erlaubt sehr hohe Bandbreiten, und ist in der Regel ohne weitere Maßnahmen stabil, wobei die Gate-Sourcekapazitäten von $T2$ und $T2'$ als Kompensationskapazität wirken.
30

Für die Anwendung der Erfindung bei Differentialpaaren genügt die Verbindung des Gateanschlusses von $T11'$ mit einem der Eingänge $E+$, $E-$ des Differentialpaars zur Übertragung des Drainpotentials V_s von $T2$ als $V_{s'}$ an das Drain von $T2'$.
35

Es ist für die Funktion des erfindungsgemäßen Stromregelkreises nicht erforderlich, daß die Sourceanschlüsse des Stromquellentransistors T2 und des Replicatransistors T2' direkt mit einer Versorgungsspannung verbunden sind. Es genügt, wenn die Sourceanschlüsse von T2, T2' gegenüber ihrem Substrat die gleiche Spannung haben. Die Erfindung ist daher sehr vielseitig einsetzbar.

Der erfindungsgemäße Stromregelkreis aus T2', T6 und T11' sowie den Stromquellen IQ1 und IQ2 ist auch ohne Differentialpaar, d.h. ganz allgemein brauchbar, um Fehler durch Ausgangsleitwerte von Stromquellentransistoren auszuregulieren, wenn das Gate von T11' durch eine fallspezifisch geeignete Schaltung so angesteuert wird, daß das Drainpotential V_s des Stromquellentransistors T2, dessen Fehler kompensiert werden soll, an das Drainpotential V_s' von Transistor T2' im Stromregelkreis übertragen wird. Dieser allgemeinere Fall ist beispielhaft in Figur 2b dargestellt. Hier dient beispielhaft ein Operationsverstärker OP dazu, durch die Ansteuerung des Gates von T11' das Drainpotential V_s des Stromquellentransistors T2 an den Replicatransistor T2' zu übertragen. Es sei angemerkt, daß nicht nur die beispielhafte Schaltung mit dem Operationsverstärker OP dazu geeignet ist, diese Potentialübertragung zu bewerkstelligen, sondern daß fallweise auch andere Schaltungen dazu geeignet sein können, je nachdem, wo sich die zu fehlerkompensierende Stromquelle befindet.

Dieses Beispiel nach Figur 2b zeigt, daß die durch den erfindungsgemäßen Stromregelkreis fehlerkompensierte Stromquelle nicht unbedingt auf ein Differentialpaar als Stromsenke führen muß. Ist das aber dennoch der Fall, hat die erfindungsgemäße Schaltung den Vorteil, daß durch geeignete Dimensionierung der Transistorgeometrien die Replikation des Potentials V_s als V_s' an T2' ohne zusätzliche Schaltungselemente, wie

etwa den Operationsverstärker aus Figur 2b, möglich ist, und sich somit ein minimaler Schaltungsaufwand ergibt.

Die Regelkreis-Variante gemäß Figur 2a wird vorzugsweise in
5 Fällen angewendet, in welchen sich das Differentialpaar im eingeschwungenen Zustand immer im Gleichgewicht befindet.

Eine andere Variante des Stromregelkreises ist in der später noch genauer beschriebenen Figur 6 gezeigt. Diese Variante
10 enthält zwei Stelltransistoren T_{11}' , T_{12}' für die Replikation des Drainpotentials V_s , so daß beide Eingänge $E+$, $E-$ des Differentialpaares in die Regelung eingehen. Diese Regelkreis-Variante wird bevorzugt, wenn das Differentialpaar nicht immer im Gleichgewicht betrieben wird. Dies ist beispielsweise
15 bei schnellen Analog-Digitalwandlern vom Flash- oder Foldingtyp der Fall.

Figur 3 zeigt beispielhaft eine praktische Realisierung des erfindungsgemäßen Stromregelkreises ohne ideale Stromquellen
20 I_{Q1} , I_{Q2} .

Die Stromquelle I_{Q1} aus den Figuren 2a, 2b, 6 ist hierbei durch einen Transistor T_7 realisiert, der zusammen mit einem Transistor T_7' einen Stromspiegel bildet. Zur Verbesserung
25 der Eigenschaften des Stromspiegels T_7 , T_7' ist ein Kaskodetransistor T_6' in Serie mit T_7' geschaltet, der vorzugsweise dieselbe Stromdichte aufweist wie der Kaskodetransistor T_6 im Stromregelkreis. Den Kaskodetransistoren T_6 , T_6' wird ein Gatepotential V_{B6} zugeführt, das den Arbeitspunkt der Kaskode
30 einstellt. Die Stromquelle I_{Q2} aus den Figuren 2a, 2b, 6 ist durch einen Transistor T_8 realisiert. Der Arbeitsstrom I_B sowie der skalierte Sollstrom $I_S/2$ wird der Schaltung über zwei Klemmen K_1 , K_2 sowie weitere Stromspiegel, T_8'' , T_8' , T_8 und T_9' , T_9 zugeführt. Die Summation von I_B und $I_S/2$ für die
35 Stromquelle I_{Q1} , also Transistor T_7 , geschieht am gemeinsamen Gateanschluß der Transistoren T_7 , T_7' .

Dieses Realisierungsbeispiel für den erfindungsgemäßen Stromregelkreis hat noch den Nachteil, daß die Stromspiegel an den Klemmen K1, K2 nicht kaskodiert sind. Für geringere Anforderungen gelingt es aber in der Praxis oftmals, durch geeignete
5 Dimensionierung von T2' und T8 dafür zu sorgen, daß das Gatepotential von T8", T8', T8 ungefähr so groß ist wie das Potential VB2. Hierdurch wird zumindest der Fehler durch endliche Ausgangsleitwerte der Transistoren T8", T8', T8 gelindert.

10

Figur 4 zeigt beispielhaft eine für höhere Genauigkeitsanforderungen geeignete Schaltung, die aus der Figur 3 hervorgeht, wenn die an den Klemmen K1 und K2 angeschlossenen Stromspiegel ebenfalls kaskodiert werden. Hierzu dienen die Transistoren
15 T10, T10', die den Transistoren T9, T9' in Serie geschaltet sind, sowie die Transistoren T13, T13', T13'', die den Transistoren T8, T8', T8'' in Serie geschaltet sind. Den Gateanschlüssen von T10, T10' wird ein Gatepotential VB10 zugeführt, um den Arbeitspunkt der Kaskode einzustellen. Denselben Zweck hat das den Gateanschlüssen von T13, T13', T13''
20 zugeführte Gatepotential VB13. Bei dieser Schaltung ist der Aussteuerungsbereich des Potentials VB2 zwar etwas enger als bei der Schaltung nach Figur 3, aber heutige CMOS Prozesse stellen meist eine genügende Auswahl von Thresholdspannungen
25 zur Verfügung, um die Gate-Sourcespannung von T2 passend auszuführen. Bei CMOS-Prozessen mit getrennten Wannen ist es ferner möglich, die Thresholdspannungen über eine entsprechende Vorspannung der Wanne einstellbar zu machen, und hier ist die Schaltung nach Figur 4 in der Regel problemlos, da
30 die Aussteuerung von VB2 um den Nominalwert aufgrund der Verstärkung der Schleife nur gering ist.

Figur 5 zeigt beispielhaft eine weitere Realisierungsvariante der erfindungsgemäßen Schaltung, bei der die Stromquelle IQ1
35 durch parallelgeschaltete Transistoren T7 und T14 realisiert ist. T7 führt dem Regelkreis den Arbeitsstrom IB zu, während T14 den skalierten Sollstrom IS/2 zuführt. Die Stromquelle

IQ2 ist auch bei dieser Variante wie bei den vorherigen Ausführungsbeispielen mit einem Transistor T8 realisiert. T8 könnte auch hier wie bei Figur 4 zusätzlich mit einem Kaskodentransistor ausgestattet werden. Die Gatepotentiale VB7, VB8 und VB14 der Transistoren T7, T8 und T14 können in bekannter Weise aus einer Stromspiegelschaltung gewonnen werden. Der Vorteil dieser Realisierungsvariante liegt darin, daß der Sollstrom einmal weniger gespiegelt wird als bei den vorangegangenen Varianten und daher genauer eingestellt wird.

10

Welche der Varianten letztlich die bessere Lösung ist, hängt von der umgebenden Schaltung ab.

Figur 6 zeigt eine zweite Variante des erfinderischen Stromregelkreises, bei der die Spannungen an beiden Eingängen E+, E- der Differenzstufe in die Regelung eingehen. Zu diesem Zweck ist dem ersten Stelltransistor T11' der bisherigen Schaltungen in den Figuren 2a, 2b, 3, 4, 5 ein zweiter Stelltransistor T12' parallelgeschaltet, wobei sein Gate mit dem bisher nicht benutzten Eingang der Differenzstufe verbunden ist. Dies gewährleistet eine gute Replikation des gemeinsamen Sourcepotentials Vs der Differenzstufe als Drainpotential Vs' des Transistors T2'. Um die Stromdichten der für die Replikation wesentlichen Transistorpaare T11, T11', sowie T12, T12' und T2, T2' gleich zu halten, wird in dieser Figur beispielhaft mit einer Skalierung von 1:1 der Transistoren T2 und T2' gearbeitet sowie dem Regelkreis der volle Sollstrom IS zugeführt. Solange die Stromdichten stimmen, ist jedoch auch eine nahezu beliebige Skalierung der wesentlichen Transistoren möglich, die nur von der bei kleineren Transistordimensionen schlechterwerdenden Übereinstimmung von Transistorpaaren (Mismatch) beschränkt wird, da die Genauigkeit der Regelung von dieser Übereinstimmung abhängt.

Figur 7 zeigt ein Simulationsergebnis zum Vergleich des Fußstroms IT(prior Art) einer gewöhnlichen Fußstromquelle nach Figur 1a und 1b und den durch die erfindungsgemäße Schaltung

fehlerkompensierten Fußstrom IT(Komp) über der Gleichtaktaussteuerung an den Eingängen E+ eines Differentialpaares. Der Vorteil der erfindungsgemäßen Schaltung sollte offensichtlich sein. Ein weiterer Vorteil offenbart sich bei einer

5 Gleichtaktaussteuerung unter 0.55 V: hier beginnt die Kurve zwar vom Ideal abzuweichen, da die Fußstromquelle in den Triodenbereich gefahren wird, und somit die Verstärkung im Regelkreis sinkt. Diese Abweichung ist aber wesentlich geringer als ohne die erfindungsgemäße Fehlerkompensationsschaltung.
10 Das heißt, daß es bei Einsatz der erfindungsgemäßen Fehlerkompensationsschaltung sogar möglich ist, den Gleichtaktaussteuerungsbereich zu erweitern, indem der Stromquellentransistor bis in den Triodenbereich hinein genutzt werden kann, und nicht nur im Sättigungsbereich.

15 Die erfindungsgemäße Schaltung kann durch Vertauschen von n-Kanal-Transistoren mit p-Kanal-Transistoren und umgekehrt sowie durch Umpolung der Versorgungsspannung in eine komplementäre Schaltung gleicher Arbeitsweise überführt werden. Ferner
20 ist es möglich, statt der MOSFET-Transistoren in den Figuren Bipolartransistoren einzusetzen.

In dem Fall, daß die fehlerkompensierte Stromquelle eine Fußstromquelle eines Differentialpaares T11, T12 ist, wird das
25 Gate bzw. die Basis des mindestens einen Stelltransistors T11' vorzugsweise mit dem Gate bzw. der Basis eines ersten Transistors T11 des Differentialpaares verbunden.

In dem Fall, daß ein zweiter Stelltransistor T12' vorhanden
30 ist, wird dessen Gate bzw. Basis vorzugsweise mit dem Gate bzw. der Basis des zweiten Transistors T12 des Differentialpaares verbunden, und sein Drain bzw. Kollektor mit dem Drain bzw. Kollektor des ersten Stelltransistors verbunden, ebenso wird seine Source bzw. sein Emitter mit der Source bzw. Emit-
35 ter des ersten Stelltransistors verbunden.

Die beschriebene Stromquellenschaltung ist eine fehlerkompensierte Stromquelle, die auf Replikation des Fehlers in einem Stromregelkreis beruht. Sie ermöglicht eine hohe Performance der Stromquelle ohne Kaskodierung des Stromquellentransistors.

5

Patentansprüche

1. Stromquellenschaltung,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

- 5 - daß die Stromquellenschaltung eine Steuervorrichtung (T2', T11', T12', T6, IQ1, IQ2) enthält, welche eine die Größe des von der Stromquellenschaltung abgegebenen Stromes bestimmende Komponente (T2) der Stromquellenschaltung steuert, und
- 10 - daß die Steuerung abhängig von den Verhältnissen erfolgt, die in der von der Stromquellenschaltung mit Strom versorgten Einheit herrschen.

2. Stromquellenschaltung nach Anspruch 1,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die die Größe des von der Stromquellenschaltung abgegebenen Stromes bestimmende Komponente (T2) der Stromquellenschaltung ein Transistor ist.

20 3. Stromquellenschaltung nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß die Steuervorrichtung (T2', T11', T12', T6, IQ1, IQ2) einen Stromreplikationszweig (T2', T11', T12') enthält, in welchem ein Strom zum Fließen gebracht wird, der dem Strom oder einem bestimmten Vielfachen oder einem bestimmten Bruchteil
25 des Stromes entspricht, der der von der Stromquellenschaltung mit Strom versorgten Einheit zugeführt wird.

4. Stromquellenschaltung nach Anspruch 3,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,

daß der Stromreplikationszweig (T2', T11', T12') einen ersten Transistor (T2') enthält, welcher derartig betrieben wird, daß sich an seinem Gate- bzw. Basisanschluß, seinem Drain- bzw. Kollektoranschluß, und seinem Source- bzw. Emitteranschluß,
35 schluß, im wesentlichen die selben Potentiale gegen sein Substrat ergeben wie an den entsprechenden Anschlüssen der die

Größe des von der Stromquellenschaltung abgegebenen Stromes bestimmenden Transistors (T2).

5. Stromquellenschaltung nach Anspruch 4,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der Stromreplikationszweig (T2', T11', T12') einen zweiten Transistor (T11', T12') enthält, und daß das Drain- bzw. Kollektorpotential des ersten Transistors (T2') dadurch eingestellt wird, daß der Gate- bzw. Basisanschluß des zweiten
10 Transistors (T11', T12') in geeigneter Weise aus der mit Strom versorgten Einheit angesteuert wird.
6. Stromquellenschaltung nach einem der Ansprüche 3 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
15 d a ß d a ß d i e S t e u e r v o r r i c h t u n g (T2', T11', T12', T6, IQ1, IQ2) eine Regelvorrichtung (T6) enthält, und daß der aus dem Stromreplikationszweig (T2', T11', T12') hervorgebrachte replizierte Strom der Regelvorrichtung zugeführt wird.
- 20 7. Stromquellenschaltung nach Anspruch 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß der Regelvorrichtung (T6) ein Sollstrom zugeführt wird, und daß die Regelvorrichtung die Größe des von der Stromquellenschaltung an die versorgte Einheit abgegebenen Stroms so
25 n a c h r e g e l t, d a ß d e r r e p l i z i e r t e S t r o m a u s d e m S t r o m r e p l i k a t i o n s z w e i g d e m S o l l s t r o m e n t s p r i c h t.
8. Stromquellenschaltung nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
30 d a ß d i e R e g e l v o r r i c h t u n g (T6) m i n d e s t e n s e i n e n d r i t t e n T r a n s i s t o r e n t h ä l t.
9. Stromquellenschaltung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
35 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
daß die Steuervorrichtung ein Regelkreis ist, der einen ersten Transistor (T2'), mindestens einen zweiten Transistor

(T11', T12'), einen dritten Transistor (T6), und mindestens zwei Stromquellen (IQ1, IQ2) enthält,

- wobei der Drain- bzw. Kollektoranschluß des ersten Transistors (T2') mit dem Source- bzw. Emitteranschluß des zweiten Transistors (T11', T12') verbunden ist,

- wobei der Drain- bzw. Kollektoranschluß des zweiten Transistors (T11', T12') mit einer ersten Stromquelle (IQ1) und dem Source- bzw. Emitteranschluß des dritten Transistors (T6) verbunden ist,

- wobei der Drain- bzw. Kollektoranschluß des dritten Transistors (T6) mit einer zweiten Stromquelle (IQ2), dem Gate- bzw. Basisanschluß des ersten Transistors (T2'), und dem Steueranschluß der die Größe des von der Stromquellenschaltung abgegebenen Stromes bestimmenden Komponente (T2) verbunden ist,

- wobei die erste und die zweite Stromquelle (IQ1, IQ2) zur Zuführung eines Sollstromes ($I_{S/n}$) sowie zur Zu- und Abführung eines Betriebsstromes (I_B) des Regelkreises dienen, und

- wobei der Gate- bzw. Basisanschluß des zweiten Transistors so angesteuert wird, daß sich am Drain- bzw. Kollektoranschluß des ersten Transistors im wesentlichen das selbe Potential ($V_{s'}$) ergibt wie am Ausgang der die Größe des von der Stromquellenschaltung abgegebenen Stromes bestimmenden Komponente (T2).

Zusammenfassung

Stromquellenschaltung

- 5 Die beschriebene Stromquellenschaltung zeichnet sich dadurch aus,
- daß die Stromquellenschaltung eine Steuervorrichtung ($T2'$, $T11'$, $T12'$, $T6$, $IQ1$, $IQ2$) enthält, welche eine die Größe des von der Stromquellenschaltung abgegebenen Stromes be-
 - 10 stimmende Komponente ($T2$) der Stromquellenschaltung steuert, und
 - daß die Steuerung abhängig von den Verhältnissen erfolgt, die in der von der Stromquellenschaltung mit Strom versorgten Einheit herrschen.
- 15 Dadurch kann erreicht werden, daß die Stromquellenschaltung ohne Beschränkung der Einsatzmöglichkeiten derselben stets einen konstanten Strom liefert.

Figur 2a

Bezugszeichenliste

| | |
|--------------|---|
| FKS | Fehlerkompensationsschleife |
| IB | Arbeitsstrom des Reglers |
| IQ, IQ1, IQ2 | Stromquellen |
| IS | Sollstrom |
| IT | Tailstrom, Fußstrom |
| K1, K2 | Anschlußklemmen zur Stromzuführung |
| OP | Operationsverstärker |
| R1, R2 | Lastwiderstände |
| T2 | Fußstromquellentransistor eines Differentialpaares |
| T2' | Replicatransistor der Fußstromquelle T2 |
| T2D | als Diode geschalteter Transistor zur Erzeugung von VB2 |
| T31, T32 | Stromquellentransistoren einer "Folded Cascode" |
| T41, T42 | Kaskodetransistoren einer "Folded Cascode" |
| T4 | Kaskodetransistor für Stromquelle T2 |
| T6 | Kaskodetransistor in der Fehlerkompensationsschleife |
| T6' | Transistor in der Biasschaltung mit Stromdichte wie T6 |
| T7 | Stromquellentransistor zur Realisierung von IQ1 |
| T7' | Transistor in der Biasschaltung mit Stromdichte wie T7 |
| T8 | Stromquellentransistor zur Realisierung von IQ2 |
| T8', T8" | Transistoren in der Biasschaltung mit Stromdichte wie T8 |
| T9, T9' | Stromspiegel für Sollstrom |
| T10, T10' | Kaskodetransistoren für T9, T9' |
| T11, T12 | Transistoren eines Differentialpaares |
| T11' | erster Stelltransistor für die Drainspannung von T2' |
| T12' | zweiter Stelltransistor für die Drainspannung von T2' |
| T13 | Kaskodetransistor für Stromquelle T8 |

T13', T13'' Transistoren in der Biasschaltung mit
Stromdichte wie T13

T14 Stromquellentransistor zur Realisierung von IQ1

VB1, VB2, VBn Biasspannung zur Arbeitspunkteinstellung

VDD Positive Versorgungsspannungsklemme

Vs Drainpotential des Stromquellentransistors T2

Vs' an T2' repliziertes Drainpotential

Vs6 Sourcepotential von T6 oder Knotenbezeichner
Vs6

VSS Negative Versorgungsspannungsklemme

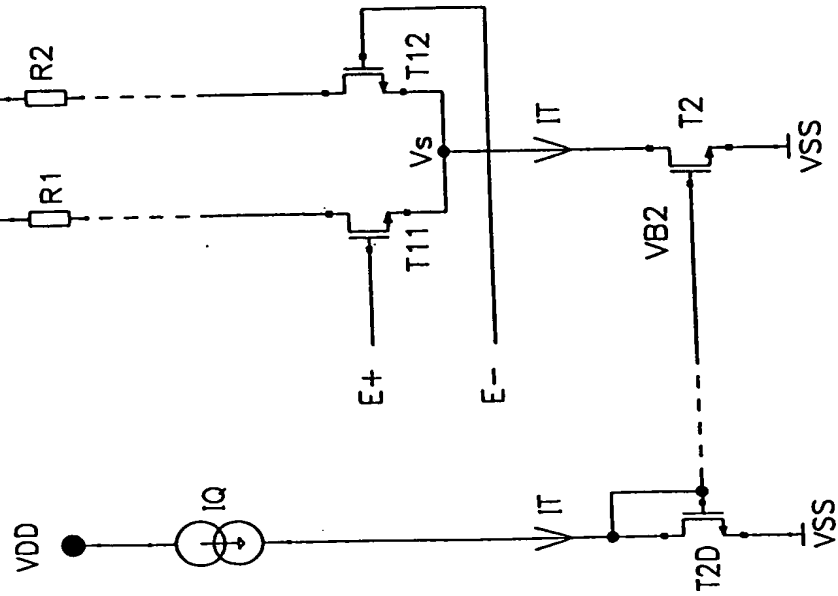
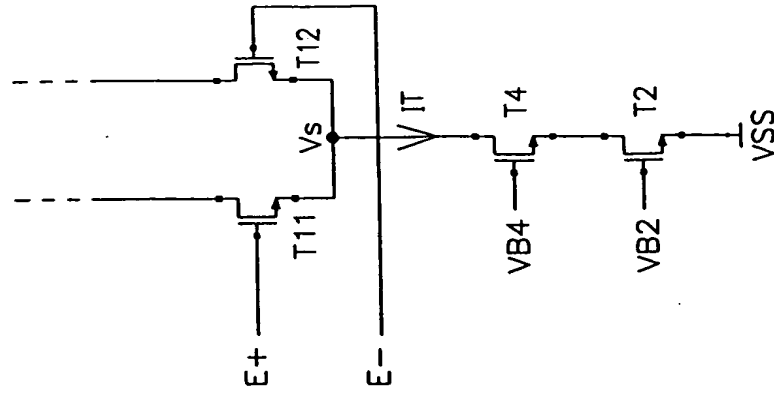
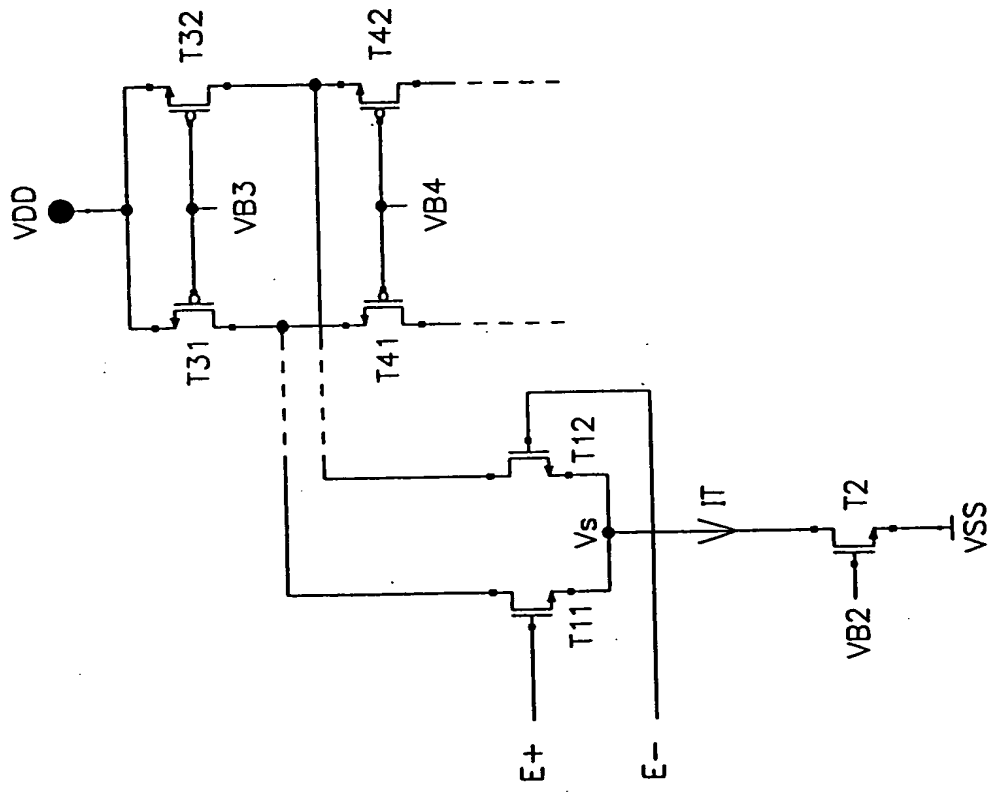


Fig. 1c

Fig. 1b

Fig. 1a

1. 0. 1.

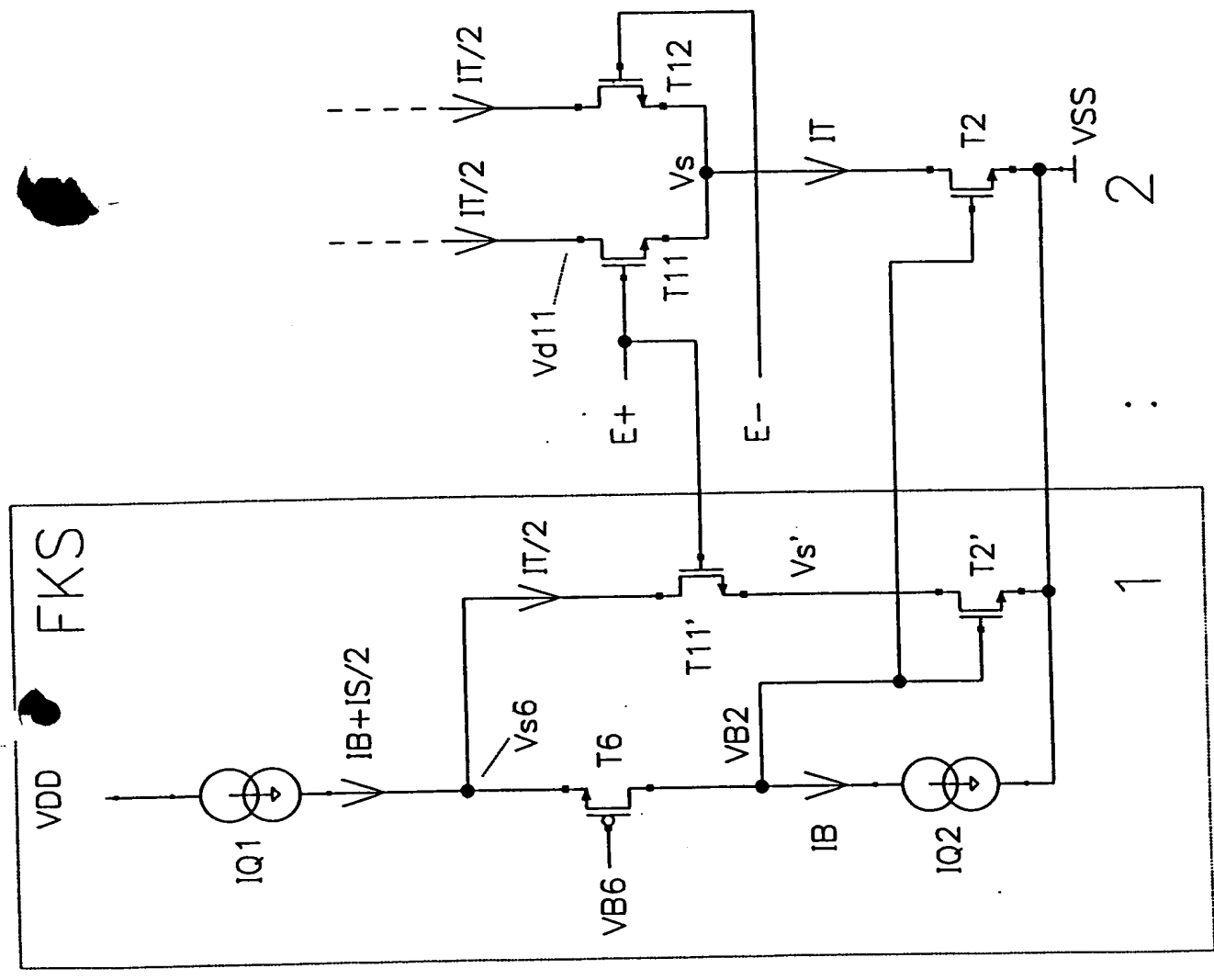


Fig. 2a

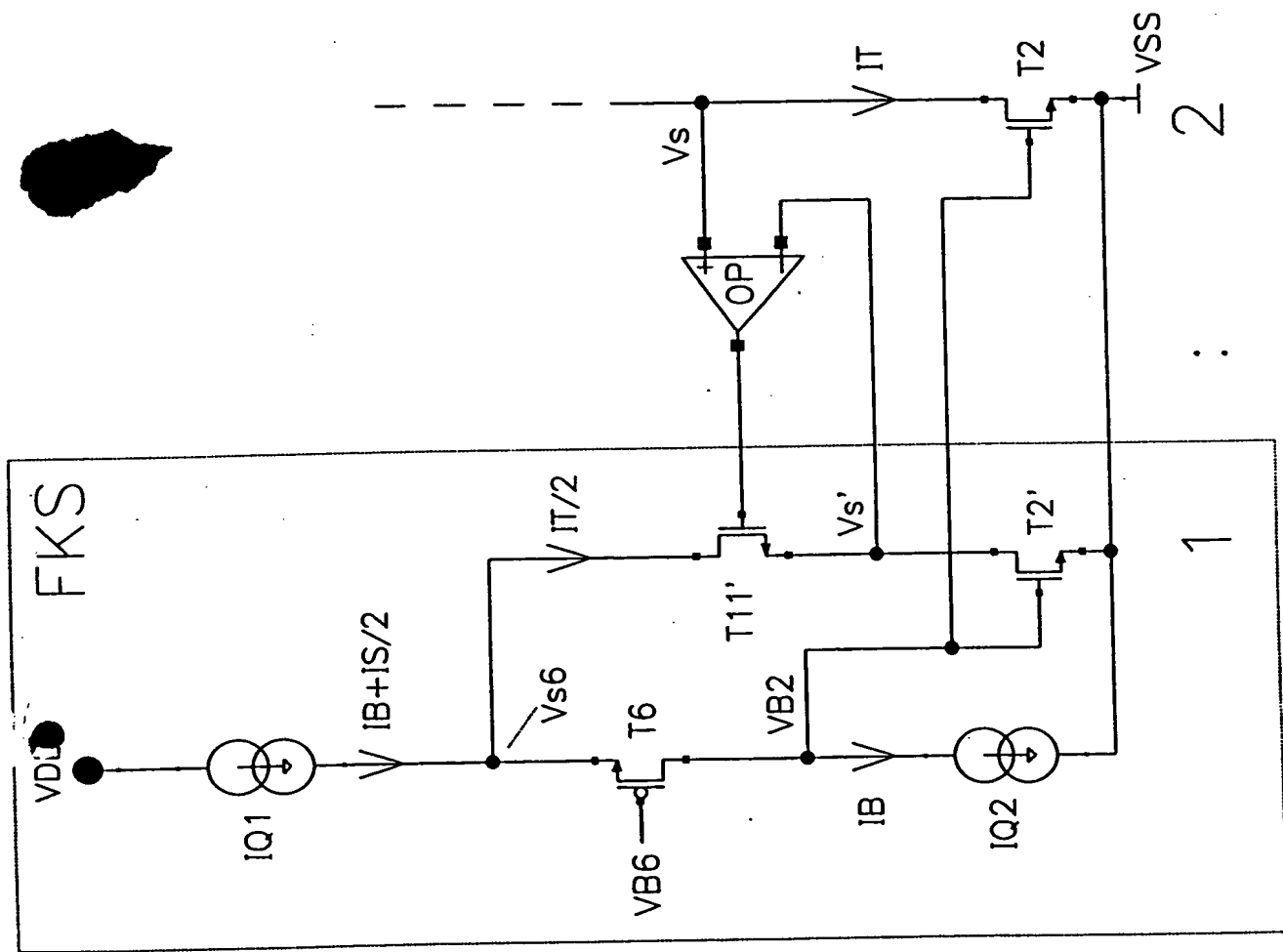
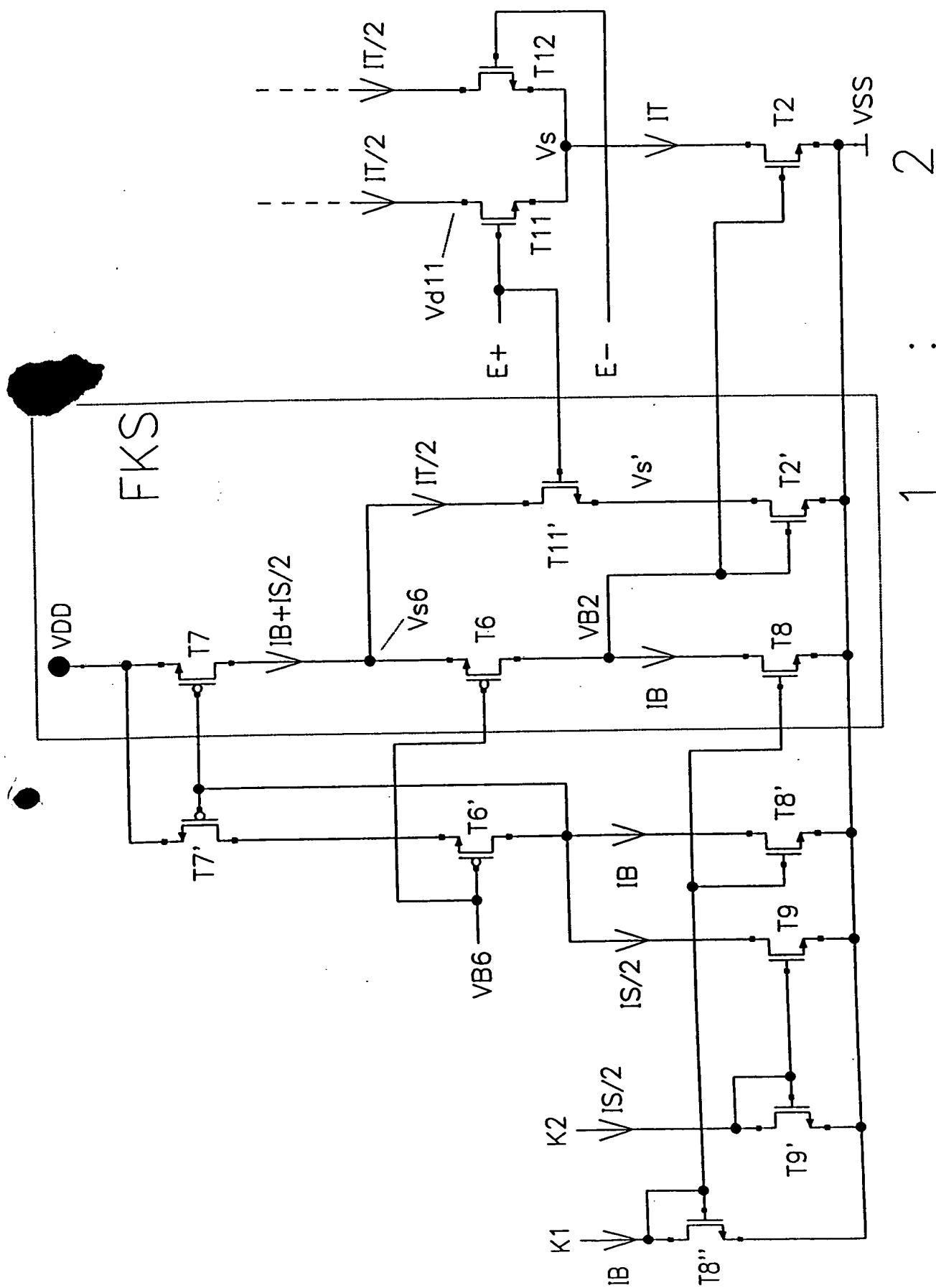
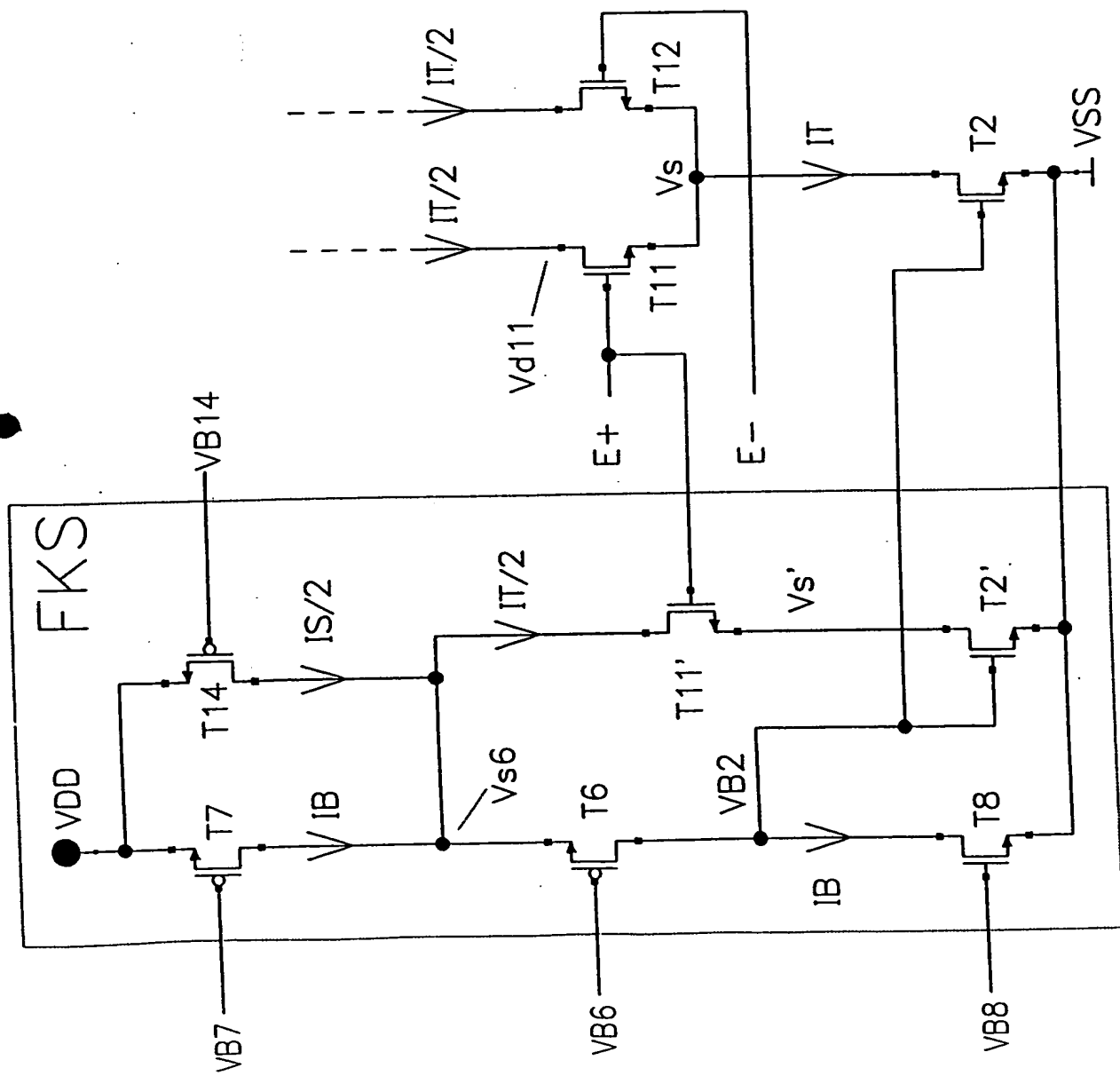


Fig. 2b

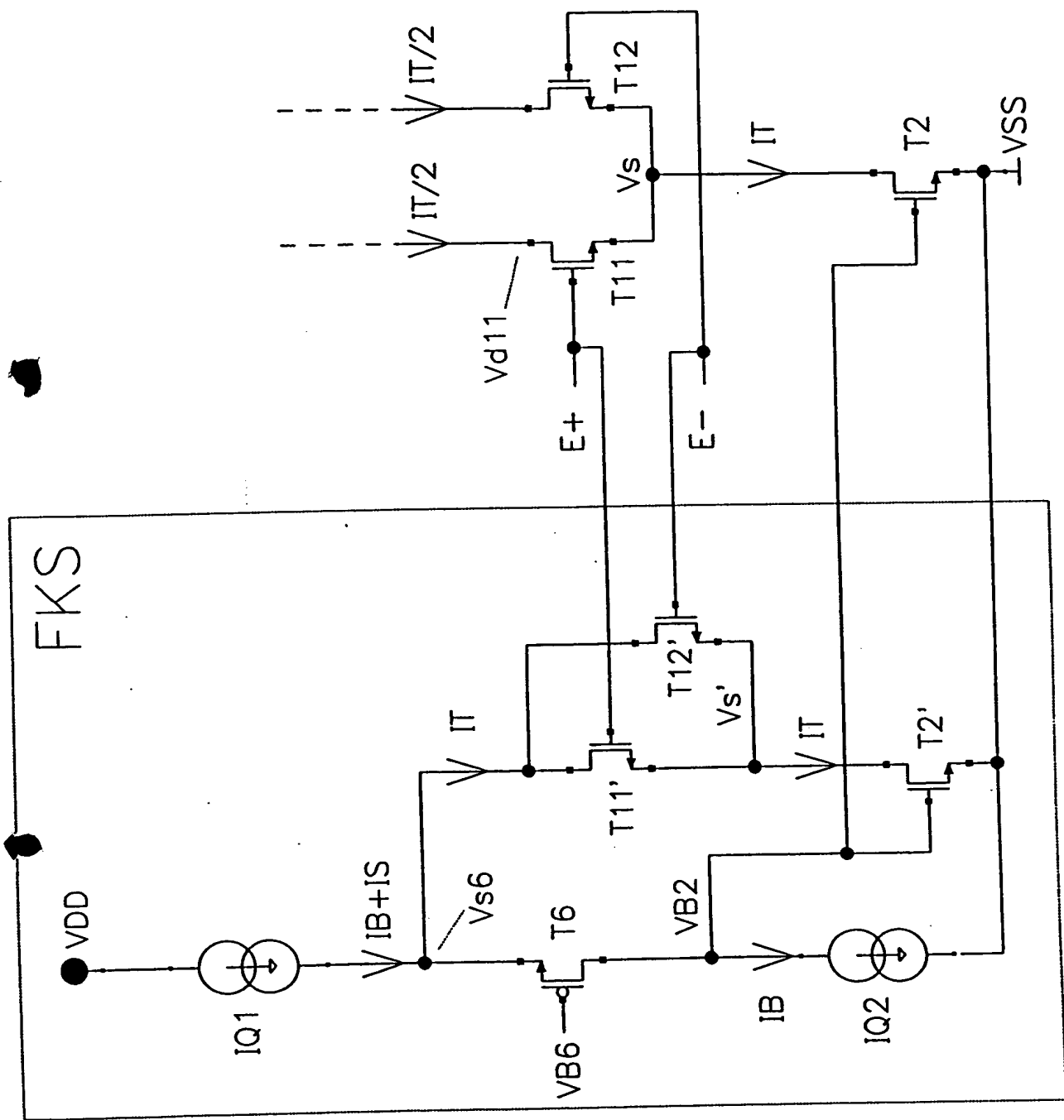


3. 6. 11



2

5. 9. 1.



1 : 1

Fig. 6

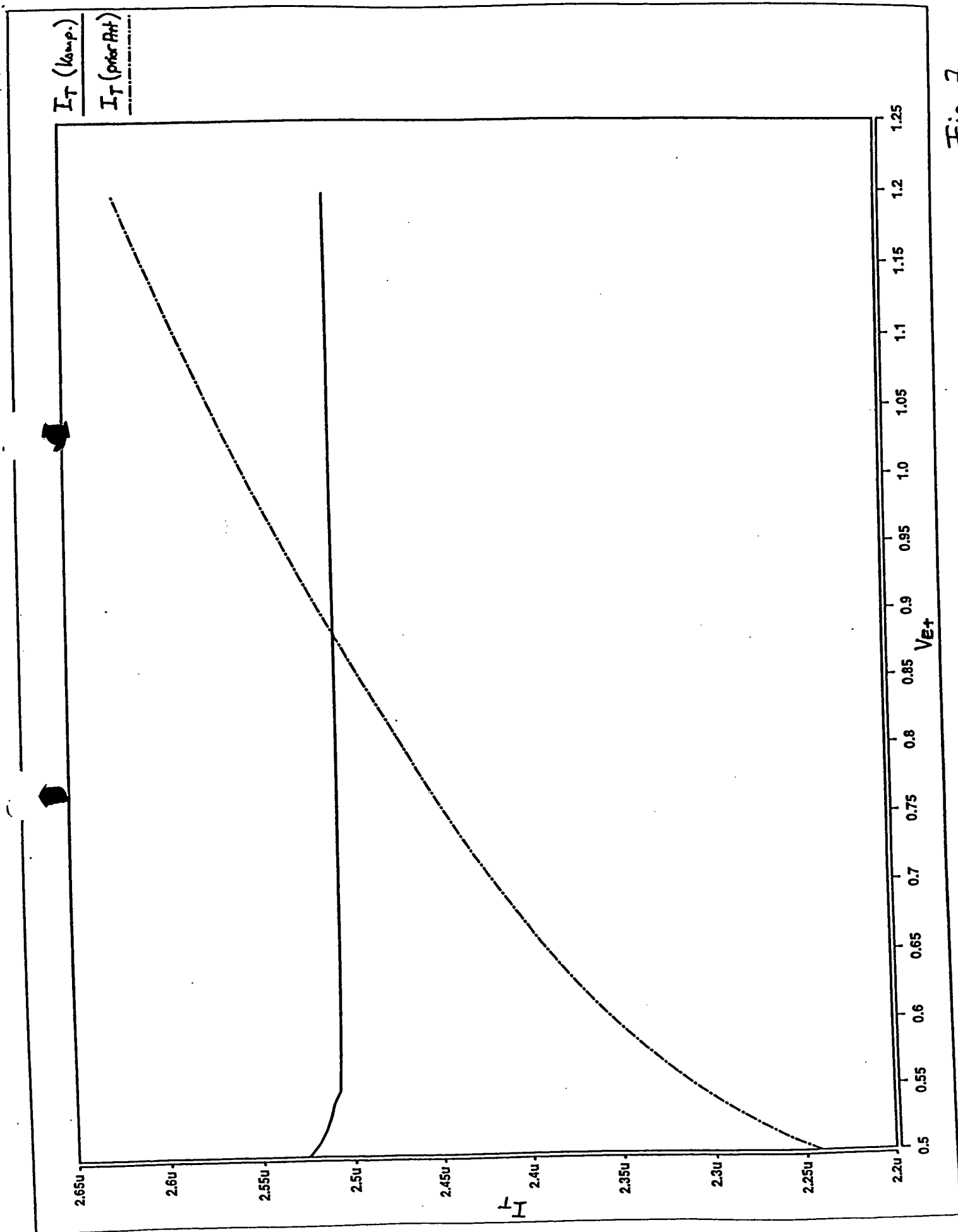


Fig. 7